

§ 5. Инерциальные системы отсчета

В § 2 мы выяснили, что такое система отсчета, и подчеркнули, что она связана с некоторым базисом, снабженным масштабами и часами; этот базис можно грубо представить себе в виде некоторой радиолокационной станции. Во всяком случае, „базис“ состоит из некоторых материальных тел, которые как-то расположены и ориентированы в пространстве и как-то движутся.

Всякое явление, в частности явление распространения света и движение материальных тел, описывается в определенной системе отсчета, т. е. по отношению к определенному базису. Например, для описания движения планет применяется гелиоцентрическая система отсчета с началом координат (местоположение воображаемого базиса) в центре инерции Солнечной системы и с осями координат, направленными на три неподвижные звезды (ориентировка базиса).

В различных системах отсчета математическая форма законов природы будет, вообще говоря, различной. Так, например, при описании движения тел относительно Земли можно пользоваться как системой отсчета с осями, ориентированными на три неподвижные звезды, так и системой с осями, скрепленными с Землей; в последнем случае необходимо ввести в уравнения движения также и силы Кориолиса.

Существуют системы отсчета, в которых законы движения имеют особенно простой вид и которые ближе всего соответствуют (в известном смысле) природе. Мы имеем в виду инерциальные системы отсчета, в которых тело при отсутствии действующих на него сил движется прямолинейно и равномерно. (Здесь возникает вопрос, как убедиться в отсутствии сил, действующих на тело; мы будем считать, что силы отсутствуют, если все тела, от которых они могут исходить, достаточно удалены от данного тела.) С очень большой точностью инерциальной является гелиоцентрическая система отсчета. В инерциальной системе мы будем почти всегда пользоваться декартовыми координатами, так как в них законы евклидовой геометрии, а также законы механики (в частности прямолинейность и равномерность движения тела, не подверженного действию сил) формулируются наиболее просто. Самое же понятие инерциальной системы допускает, конечно, переход к любым другим (криволинейным) координатам, причем, если формулы перехода не содержат явно времени, то можно считать, что первоначальные и преобразованные координаты относятся к одной и той же инерциальной системе.

В дорелятивистской физике понятие инерциальной системы связывалось только с законами механики. Мы видели, однако, что в определении понятий, относящихся к пространству и времени, фундаментальную роль играют законы распространения света. Поэтому более правильно будет связывать понятие инерциальной системы не только с законами механики, но и с законами распространения света.

Обычная форма уравнений Максвелла относится к какой-то инерциальной системе отсчета. Само собой разумеется (и это всегда предполагалось, даже и до теории относительности), что существует по крайней мере одна система отсчета, которая является инерциальной в смысле механики и в которой в то же время справедливы уравнения Максвелла. К этой инерциальной системе относится и закон распространения фронта электромагнитной волны в форме

$$\frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial \omega}{\partial t} \right)^2 - \left[\left(\frac{\partial \omega}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{\partial z} \right)^2 \right] = 0. \quad (5.01)$$

Систему отсчета, в которой закон распространения фронта электромагнитной волны имеет вид (5.01), можно назвать инерциальной в электромагнитном смысле. Просто инерциальной системой мы будем называть систему отсчета, инерциальную как в механическом, так и в электромагнитном смысле.

Таким образом, инерциальная система отсчета, по принятому здесь определению, характеризуется следующими двумя свойствами:

1. В инерциальной системе тело при отсутствии сил движется прямолинейно и равномерно (инерциальность в обычном механическом смысле).

2. В инерциальной системе уравнение распространения фронта электромагнитной волны имеет вид (5.01) (инерциальность в отношении поля).

Мы говорили здесь о законе распространения фронта *электромагнитной* волны и, тем самым, как бы отдавали предпочтение электромагнитному полю перед другими полями. Это предпочтение, однако, только кажущееся. На самом деле, предельная скорость распространения полей любой природы должна быть одной и той же, в силу чего уравнение (5.01) имеет универсальный характер. Этот вопрос будет подробнее освещен в следующем параграфе.

§ 6. Основные положения теории относительности

Основной постулат теории относительности (называемый также принципом относительности) утверждает независимость явлений от неускоренного движения замкнутой системы, внутри которой они происходят.

Попытаемся уточнить содержание этого постулата *).

Пусть имеется замкнутая система материальных тел, внутри которой происходят различного рода процессы (механические, электромагнитные и любые другие). Будем описывать состояние этой системы тел (включая входящие в нее поля электромагнитной и другой природы) по отношению к той или иной системе отсчета (к тому или иному „базису“ в смысле § 2). Рассмотрим два базиса **). Пусть

*) См. Л. И. Мандельштам [6].

***) Чтобы не путать „систему тел“ с „системой отсчета“, мы будем здесь вместо „системы отсчета“ говорить „базис“.